

## ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ, НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИИ

**В. М. Московкин**, д. г. н., профессор  
Белгородского государственного  
университета, профессор Харьковского  
национального университета  
им. В. Н. Каразина,  
[moskovkin@bsu.edu.ru](mailto:moskovkin@bsu.edu.ru),  
**М. Б. Мануйлов**, к. т. н., с. н. с.  
Национального технического  
университета «ХПИ», г. Харьков,  
[rokada@kharkov.ukrtel.net](mailto:rokada@kharkov.ukrtel.net)

На основании обобщения причинно-следственных связей влияния загрязняющих веществ, формирующихся на городских территориях, на экологическую и эпидемиологическую ситуации, предложены концептуальные и технологические решения по минимизации негативного воздействия рассматриваемого фактора на состояние окружающей среды и здоровье населения.

**Ключевые слова:** осадимые аэрозоли, дорожный смет, урбанизированные территории, экологическая и эпидемиологическая ситуации, здоровье населения.

On the basis of generalization of cause-effect relationships of the influence of contaminating substances formed at urban territories, on both the ecological and epidemiological situations, the conceptual and technological solutions on the minimization of negative influence of the factor considered on the environment state and the population health are suggested.

**Key words:** sediment aerosols, road pollutants, urban territories, ecological and epidemiological situations, population health.

На городских территориях за бездождевые периоды времени или за интервалы между снеготаяниями происходит процесс формирования загрязняющих веществ, получивших название «дорожный смет».

Частицы, его формирующие, имеют размеры от долей до 2000–2500 микрон [1]. Источниками их происхождения являются продукты разрушения дорожных покрытий при грузоперевозках и под действием атмосферных процессов [1]; осадимые аэрозоли автотранспортного, промышленного и эрозионного происхождения [2]; частицы, образующиеся при истирании автомобильных шин о поверхности дорог [1]; частицы почвенного происхождения, переносимые автотранспортными потоками из зон с грунтовыми дорогами, строительных площадок и т. п. на более благоустроенные территории [3].

В процессе формирования дорожного смета доминируют автотранспортные средства [4]. По нынешним расчетам в конце 70-х годов XX века на единичном усредненном гектаре городской территории образовывалось до 5 тонн дорожного смета в год, а сейчас — до 28 тонн [4]. На частицах дорожного смета сорбированы многие вредные загрязняющие вещества, при этом существует закономерность —

диапазон размеров частиц от долей мкм до 100 мкм содержит: 97 % органических веществ, до 98 % нефтепродуктов, 99,7 % ионов тяжелых металлов и т. д. [1].

Особенностью дорожного смета является его высокая микробообсеменность, в том числе и патогенными бактериями, вирусами и грибами [5]. Следует отметить, что до распада СССР заражение дорожного смета было незначительным и определялось, в основном, продуктами жизнедеятельности домашних и бродячих животных.

После распада СССР ситуация резко изменилась и в микробообсеменении дорожного смета основную роль стали играть люди — носители инфекционных заболеваний [5].

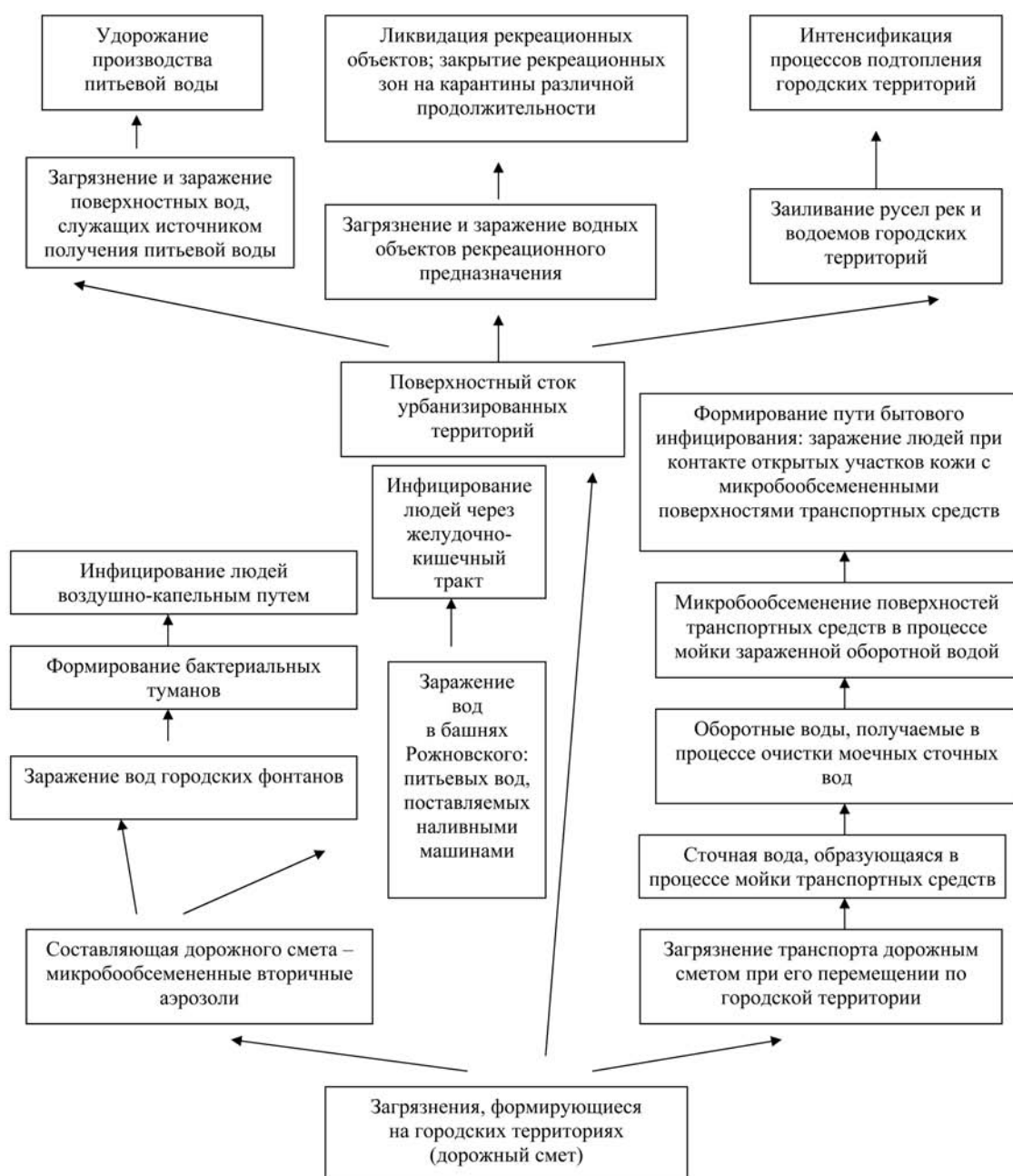
Увеличение и разнообразие групп риска привело к количественному росту локальных очагов заражения дорожного смета, образующихся при попадании слез, мокрот и других выделений людей — носителей инфекционных заболеваний — на водонепроницаемые и другие участки урбанизированных территорий, что способствовало расширению видового состава патогенных микроорганизмов, характерные представители которых (туберкулезные палочки, стафилококки, в том

числе золотистый, вирусы гепатита Б, бактерии группы кишечной палочки (некоторые виды патогенны), дрожжевые грибки и т. п.) встречаются на городских территориях повсеместно.

Рассмотрим схему основных причинно-следственных связей воздействия дорожного смета на различные аспекты состояния водных объектов и на эпидемиологическую ситуацию в городах (рисунок).

В процессе выпадения дождевых осадков или в период снеготаяния происхо-

дит смыв дорожного смета с урбанизированных территорий в водные объекты, что существенно влияет на качественные характеристики поверхностных вод — содержание загрязняющих веществ и микробиологическое заражение [6]. А эти воды у нас являются основным источником получения питьевой воды. С учетом временных тенденций увеличения нагрузок дорожного смета и ухудшения его качества в ближайшем будущем следует ожидать достижения таких критических по-



Основные пути опосредственного влияния загрязняющих веществ, аккумулирующихся на городских территориях, на экологическую и эпидемиологическую ситуации

казателей качества воды поверхностного стока, а соответственно, и поверхностных вод (реки, водохранилища и другие), когда получение воды на существующих станциях водоподготовки станет невозможным.

Вышеуказанная тенденция приводит также к сокращению естественных рекреационных водных объектов.

При сохранении существующих тенденций роста влияния поверхностного стока на качество воды водных объектов основой водного вида отдыха станут бассейны и искусственные водоемы, оборудованные оборотными системами очистки и обеззараживания воды. Это приведет к гибели многих курортных мест, основой существования которых является рекреационная привлекательность естественных морских и пресноводных объектов.

Для многих городов подтопление их территорий является очень серьезной проблемой. Одной из основных причин, вызывающих данный процесс, является заиливание русел рек на участках, пересекающих городские территории, что приводит к повышению уровня грунтовых вод и, как следствие, к интенсификации подтопления селитебных и промышленно освоенных зон [4]. Как и в предыдущих двух случаях, ключевую роль в этом процессе играет поверхностный сток. Степень его загрязненности зависит от нагрузок дорожного смета, которые определяются, в основном, интенсивностью транспортных потоков.

Несмотря на очевидную необходимость решения проблемы влияния загрязненного поверхностного стока на качество водных объектов, предпринимаемые практические шаги носят не упорядоченный характер. Причины состоят в отсутствии эколого-экономических механизмов управления ситуацией как в нашей стране, так и в мировой практике.

Что касается мойки транспортных средств, то следует отметить, что она производится с использованием систем оборотного водоснабжения. Ежедневно население стран СНГ подвергается риску заражения многими видами патогенных микроорганизмов, в том числе и обладающих высокой вирулентностью, по пути бытового инфицирования — через соприкосновение открытых участков кожи с микробообсемененными поверхностями

ми транспортных средств, что является следствием использования устаревших технологий в процессах оборотного водоснабжения станций мойки транспортных средств. Использование зараженных вод при мойке всего транспортного парка стран СНГ не только служит источником распространения многих инфекционных заболеваний и противоречит международным санитарным нормам, но может стать фактором, способным вызвать массовую гибель людей. Так, существует вероятность внесения в систему оборотного водоснабжения патогенных вирусов птичьего гриппа с последующим заражением поверхностей транспортных средств, что может привести к инфицированию людей [5]. По данным экспертов Всемирной организации здравоохранения, для возникновения пандемии с минимальным числом жертв 100 миллионов человек достаточно заражения птичьим гриппом нескольких десятков людей, так как выжившие станут носителями мутационной формы вируса, способной передаваться от человека к человеку воздушно-капельным путем. Вышесказанное сформулировало жесткое требование ООН и ВОЗ — исключение бытовых путей распространения патогенных вирусов птичьего гриппа как возможных катализаторов возникновения катастрофы планетарного масштаба.

Анализируемый путь бытового инфицирования может быть использован с целью массового поражения людей. Необходимо напомнить события начала 2000-х годов, когда была осуществлена попытка террористами «Аль-Каиды» массового заражения граждан США и ряда стран ЕС сибирской язвой, споры которой, помещенные в обычные конверты, рассылались по почте. И если существует возможность тайного выращивания спор, то их помещение в капсулы, выполненные из растворимых в воде материалов, является выполнимой и относительно простой задачей. Причем просыпка данных капсул в салонах машин и автобусов, вагонах метро и железной дороги и т. п. местах вполне осуществима. При уборке произойдет их смыв в очистные сооружения, растворение защитного кожуха капсул в отстойниках, в дальнейшем спорообсеменение поверхностей транспортных средств и заражение людей. Прове-

дение чемпионата Европы по футболу в Украине и Польше (2012 г.) и зимней олимпиады в Сочи (2014 г.) привлечет миллионы туристов из различных стран мира, что, безусловно, увеличит риски осуществления террористических актов, в том числе и с применением бактериологического оружия. Надо отметить, что заражение спорами сибирской язвы поверхностей зданий и сооружений, транспорта и различных предметов рассматривается военными как достаточно эффективный способ использования биологического оружия массового поражения [10].

В отличие от отечественной практики, в развитых странах оборотная вода при прохождении очистных сооружений обязательно обеззараживается.

Авторами статьи разработана технология обеззараживания оборотных вод пунктов мойки транспортных средств, адаптируемая к действующим очистным сооружениям, обеспечивающая микробиологические показатели очищенных вод на уровне питьевых [7]. Суть ее состоит в обеззараживании оборотных сточных вод ультрафиолетовым излучением с дальнейшим насыщением их ионами серебра, получаемыми электрохимическим путем на модифицированном ионизаторе Кульского.

Перейдем теперь к проблеме безопасного использования питьевых вод на примере башен Рожновского и наливных машин. Артезианские питьевые воды подаются в башни Рожновского через систему ультрафиолетового обеззараживания, что при дозе облучения не менее  $16 \text{ мДж/см}^2$  гарантирует гибель всех известных видов микроорганизмов [7]. Но здесь отсутствует эффект последствия, т. к. при внесении микроорганизмов, в том числе и патогенных, в воду, прошедшую обработку и имеющую микробиологические показатели питьевой, препятствий к их развитию не существует [7]. В процессе обслуживания потребителей происходит частичное срабатывание объемов воды, заполняющих башни Рожновского и, как следствие, образуются зоны разряжения, компенсируемые атмосферным воздухом, поступающим через аварийные переливы. Приземный воздушный слой (до 25—30 м от поверхности земли) урбанизированных территорий содержит осадимые аэрозоли, в том числе и

вторичные. Под осадимыми аэрозолями урбанизированных зон, прежде всего, понимаются аэрозоли автотранспортного и промышленного происхождения, которые, с точки зрения микробиологии, опасности не несут. Вторичные осадимые аэрозоли — это аэрозоли, происхождение которых указано выше, потоки которых осели на водонепроницаемые поверхности (в некоторых случаях на грунтовые площадки без растительности), но под действием ветра или при движении автотранспортных средств вернувшиеся во временное взвешенное состояние [8]. Спецификой вторичных осадимых аэрозолей является следующее:

- участвуя в процессе формирования дорожного смета [8], на их поверхностях происходит аккумуляция широкого видового спектра микроорганизмов, в том числе и патогенных [8];

- если аэрозоли формируют только 6,2—8,5 % массы дорожного смета, то их суммарная поверхность составляет 85—95 % [2], что задает и общую степень загрязненности;

- размеры частиц зараженных вторичных аэрозолей находятся в диапазоне 15—65 мкм, а скорости их гравитационного осаждения составляют  $4,71 \cdot 10^{-3}$  —  $11,78 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$  [8], что обеспечивает их временное взвешенное состояние в течение 7,34—106,15 минут;

- характерными представителями патогенных микроорганизмов в дорожном смете, а следовательно, и во вторичных аэрозолях являются: туберкулезные палочки, стафилококки, в том числе и золотистый, вирусы гепатита Б, бактерии группы кишечной палочки (некоторые виды патогенны), грибки [5];

- надо отметить, что запыленность воздуха, безусловно, неприятная ситуация, но инфицироваться аэрогенным путем приведенными патогенными микроорганизмами, по всей видимости, практически невозможно — зараженные вторичные аэрозоли имеют размер в диапазоне 15—65 мкм, а слизистые оболочки носа и носоглотки задерживают практически все частицы, размер которых равен или более 10 мкм, и около 50 % частиц с размером от 1 до 5 мкм. Даже если предположить присутствие в спектре вторичных аэрозолей частиц с размерами менее 10 мкм, то благодаря своим размерам

и времени взвешенного состояния они под действием ультрафиолетового спектра солнечного света становятся стерильными и опасности не представляют.

Как отмечалось во введении, рост зараженности дорожного смета и, как следствие, вторичных аэрозолей значительно увеличился в последнее десятилетие [5], что может привести и приводит к заражению вод в башнях Рожновского с дальнейшим инфицированием людей через желудочно-кишечный тракт.

Одним из наиболее эффективных и признанных во всем мире консервантов микробиологических показателей питьевой воды является серебро, причем в настоящее время серебро рассматривается не просто как металл, способный убивать патогенные микроорганизмы, а как микроэлемент, являющийся необходимой составной частью тканей любого животного и растительного организма.

Возможное решение проблемы обеспечения безопасности использования вод, подающихся с помощью башен Рожновского, по мнению авторов статьи, состоит в насыщении вод, прошедших УФ-обеззараживание ионами серебра с помощью модифицированного ионатора Кульского. Рассмотренная проблема относится не только к водообеспечению населения с помощью башен Рожновского, аналогичная ситуация отмечается и в домах с автономным артезианским водоснабжением, а также при водообеспечении населения с помощью наливных машин т. е. в любом случае, когда возникает необходимость хранения воды в негерметичных емкостях и существует вероятность ее заражения патогенными микроорганизмами, переносимыми вторичными осадимыми аэрозолями.

Все вышесказанное ставит под вопрос возможность поставки потребителям воды с микробиологическими показателями питьевой, если не проведена ее консервация.

В заключение рассмотрим несколько неожиданную для многих проблему, связанную с эпидемиологической безопасностью граждан, посещающих места отдыха, оборудованные фонтанами. Врачами харьковской областной СЭС отмечались случаи инфицирования людей, связанные с проведением отдыха возле городских фонтанов, что поставило ряд

вопросов о необходимости восстановления причинно-следственных связей, приведших к заражению граждан, и на основании полученной информации проведения поиска оптимальных путей решения возникшей проблемы [9]. Фонтаны, находящиеся в местах отдыха харьковчан, работают в режиме рециркуляции — вода из емкостей (бассейнов) при помощи насосов подается в форсунки с дальнейшим возвращением в емкости. Первоначально емкости фонтанов заполняются питьевой водой городского водопровода, из которого также производится последующая подпитка, компенсирующая потери на испарение и разбрызгивание. В начале эксплуатации, при заполнении бассейнов фонтанов, используется хлорированная вода с микробиологическими показателями питьевой. Пролонгированный бактерицидный эффект хлор-ионов составляет не более 2—3 часов, и по истечении данного времени, при внесении в воду микроорганизмов, в том числе и патогенных, препятствий к их развитию не существует [9]. При подпитке хлорированной водой бактерицидный эффект крайне низок и не влияет на общую картину микробиологического заражения, что объясняется высокой степенью разбавления, а соответственно, и низкой концентрацией хлор-ионов в емкостях бассейнов. Основным источником заражения вод являются потоки вторичных осадимых аэрозолей, аккумулирующиеся бассейнами (емкостями) фонтанов. Как отмечалось ранее, по аналогичной причине происходит заражение питьевых вод в башнях Рожновского, но уровень содержания микроорганизмов в водах фонтанов значительно выше.

Так как вода заражена, то при работе фонтанов образуются аэрозоли с жидкими частицами, несущими на себе микробы, то есть происходит формирование бактериальных туманов. Согласно мнению специалистов в области биологического оружия массового поражения, боевая эффективность бактериальных туманов является очень высокой, что обусловлено заражением людей воздушно-капельным путем [10]. В связи с тем что характерным представителем патогенов в дорожном сметах и вторичных аэрозолях является туберкулезная палочка, то можно утверждать о наличии в городах резер-

вуаров данной инфекции и источников заражения людей — бактериальных аэрозолей, формируемых фонтанами. Во всех фонтанах, исследуемых нами совместно с клинико-диагностической лабораторией ГК ПТБ № 1 г. Харькова, было обнаружено присутствие туберкулезных палочек и микобактерий в большом количестве. Рассматриваемый путь инфицирования людей особенно опасен в случае попадания в резервуары фонтанов патогенных микроорганизмов, обладающих высокой вирулентностью, что может привести к образованию очагов массового поражения людей. Более того, сами рециркуляционные системы фонтанов могут генерировать бактериальные аэрозоли, а возможно даже, и такие опасные бактерии, которые вызывают легионеллез (болезнь легионеров). Предлагаемый нами путь решения проблемы состоит в применении аппаратов обеззараживания воды, работающих в режиме оборотного водоснабжения и о которых речь шла раньше.

Необходимый эффект работы таких аппаратов достигается путем двухстадийной обработки вод — проводится их обеззараживание ультрафиолетовым излучением с дальнейшим насыщением ионами серебра, получаемыми электрохимическим способом.

Таким образом, систематизация знаний о загрязняющих веществах, формирующихся на урбанизированных территориях, а также понимание причинно-следственных связей воздействия дорожного смета на различные аспекты состояния водных объектов и на эпидемиологическую ситуацию в городах дало возможность предложить решение некоторых проблем загрязнения поверхностного стока, бытового инфицирования людей при пользовании транспортными средствами, безопасности локального водообеспечения населения, эпидемиологической безопасности граждан на городских территориях, оборудованных фонтанами.

#### Библиографический список

1. Хват В. М., Московкин В. М., Медведев В. С., Мануйлов М. Б. и др. Разработать и внедрить технологический процесс отведения и очистки поверхностного стока с застроенных территорий // Отчет (промежуточный) о НИР: ВНИИВО, № гос. регистрации 01.870084. — Харьков. — 1988. — 115 с.
2. Хват В. М., Московкин В. М., Мануйлов М. Б., Роненко О. П. Об аэрозольном загрязнении поверхностного стока на урбанизированных территориях // Метеорология и гидрология. — 1991. — № 2. — С. 54—57.
3. Мануйлов М. Б., Прокопенко В. С., Большакова Е. С. Методология оценки объемов загрязняющих веществ, привносимых автотранспортными средствами на центральные зоны городских территорий // Науковий вісник будівництва. — Харків. — 2004. — Вип. 27. — С. 76—83.
4. Мануйлов М. Б., Кравчук Л. С., Большакова Е. С., Московкин В. М. Оценка влияния поверхностного стока, отводимого с урбанизированных территорий, на процесс заиливания русел и подтопления городских территорий // Бизнес Информ. — 2005. — № 1—2. — С. 46—54.
5. Manuylov M. B., Mavrov I. I., Moskovkin V. M. Infected surfaces of vehicles as possible way of people's infection by bird flu pathogenic culture // Quantitative Biology > Other, arXiv: 0707.1238. — 2007. — 8 p.
6. Мануйлов М. Б., Шевченко А. К. Теоретические и технологические аспекты управления качеством рекреационных зон водных объектов // Економіка розвитку. — Харків. — 2003. — № 1 (25). — С. 37—41.
7. Мануйлов М. Б., Куковицкий Н. Н. Пути решения проблемы оборотного водоснабжения промышленных предприятий // Вестник национального технического университета «ХПИ». — 2007. — № 31. — С. 113—117.
8. Кондратьев К. Я., Хват В. М., Московкин В. М., Мануйлов М. Б. К вопросу изучения дисперсного состава атмосферных аэрозолей и расчету их осаждения // Доклады АН СССР. — 1988. — Том 303, № 3. — С. 501—505.
9. Бучнев В. А., Мануйлов М. Б., Куковицкий Н. Н., Семкина Е. В., Клейн Е. Б., Мартынов А. В., Маньковский В. В. Об эпидемиологической безопасности граждан, посещающих места отдыха, оборудованные фонтанами // Науковий вісник будівництва. — 2008. — Вип. 49. — С. 24—31 (матеріали III Міжнародного наукового семінару «Методи підвищення ресурсу місцевих інженерних інфраструктур», Харків, 15—17 жовтня 2008 р.).
10. Кротков Ф. Г. Медицинская служба гражданской обороны. — М.: Медицина. — 1975. — 332 с.